実験トランジスタ・アンプ設計講座

黒田 徹

●実用技術編

1955年ころのラジオ

1955年ころの市販ラジオはすでにMT管が使用されるようになっていました．当時の市販5球スーパーの典型的なラインナップは，6BE6，6BD6，6AV6，6AR5，5MK9でした．しかし，高級なラジオは高周波増幅付きで，ラインナップは6BA6，6BE6，6BA6，6AV6，6AQ5，6X4＋マジックアイ，が一般的でした．そしてシャーシに載っている3連バリコンがかっこよく見えました．さらに

- オールウェイブ（短波放送の受信もできる）
- 中間周波トランス（IFT）の帯域切り替え
- 簡易トーン・コントロール回路
- 負帰還
- ウーファとトゥイータを装備

などの特徴があり，全面パネルには“HiFi”の文字がこれ見よがしに踊っていました．日本ではまだFM放送はなく，もっぱらAM放送でしたが，3段切り替えIFT（3kHz，8kHz，15kHz）は，帯域幅による高域周波数特性の違いをはっきり聴き取ることができました．

6AR5の最大出力は3W前後ですが，高級ラジオの6AQ5シングルは4.5Wぐらいありました．音質も6AR5より6AQ5の方が柔らかく感じました．真空管を差し替えて比較したわけではないので，漠然とした印象です．思い込みもあったかもしれません．

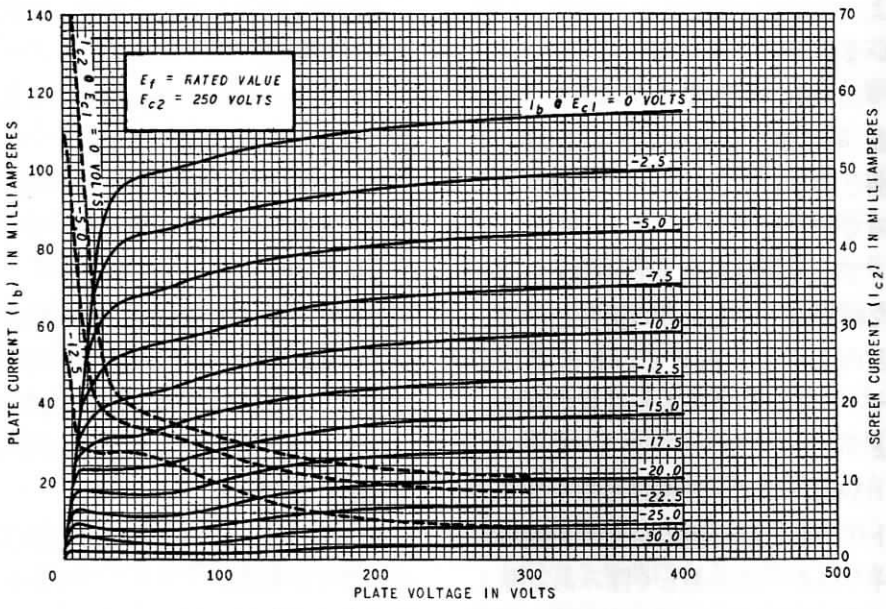
中学2年のとき，友人一家が東京に転居する際，私にMT管を3本くれました．6BA6，6AV6，6X4だったと記憶しています．それで高校に入学して新学期が始まるまでの2週間を利用して，オールMT管の5球スーパーを作りました．ラインナップは6BE6，6BA6，6AV6，6AQ5，6X4でした．可能な限りよい音質にしたかったので，IFTはスターの帯域3段切り替え型にしました．

出力トランスは松下のサンドイッチ巻の7kΩ（5kΩタップあり）：16Ωを張り込み，2次側からNFBを掛けました．電源トランスは山水製の280V×2，50mAを使いました．

スピーカはパイオニアの同軸2ウェイのPAX16Aにしました．これは池田圭先生の絶賛に心を動かされたためでした．このウーファは口径16cmで，f0はロクハンにしては低かったと思います．トゥイータはコーン型でしたが，アナウンサーの「さしすせそ」の子音が強調され，いかにもトゥイータが鳴っていることがわかりました．しかしシンバルの音はなまっていました．

私は6AQ5がたいへん気に入ったので，1960年代に6AQ5PPを作りました．

(1) 6AQ5と6BQ5



〈第1図〉6AQ5のEb-Ib特性曲線

その後，6BQ5(EL84)PPを作り，最大出力の増大を図りました．しかし音質は6AQ5に及びませんでした．

プレート損失は6AQ5も6BQ5も12Wですが，最大プレート電圧は6AQ5が250Vなのに対し，6BQ5は300Vあります．したがって，6AQ5PPのAB1級最大出力は10Wですが，6BQ5のAB1級最大出力は17Wあります．特性を比較すると明らかに6BQ5に軍配が上がります．

しかし私には6BQ5より6AQ5の方が柔らかい音質に聴こえました．

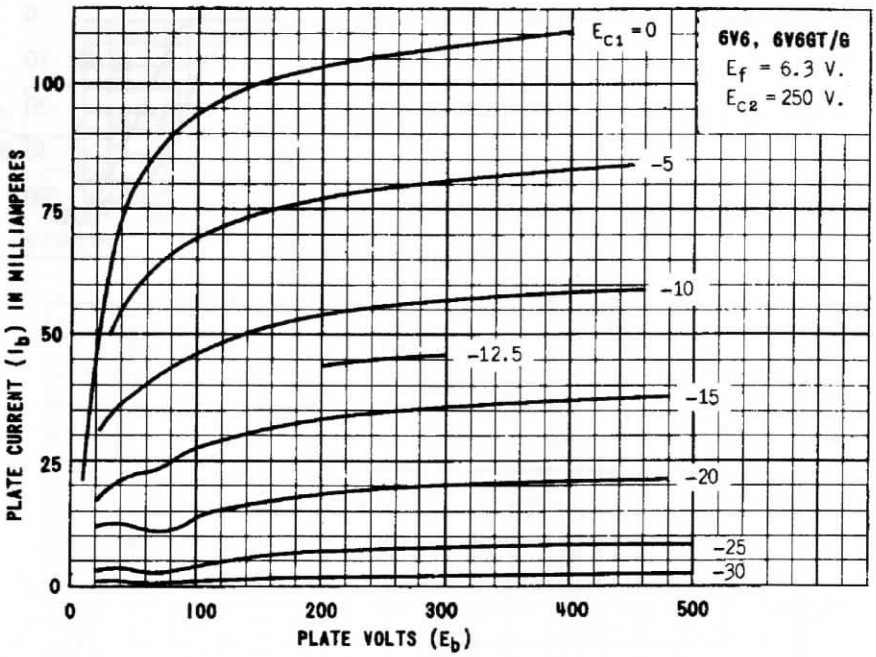
6AQ5は自己バイアスで，6BQ5は固定バイアスにしたことが，関係していたのかもしれません．

(2) 6V6

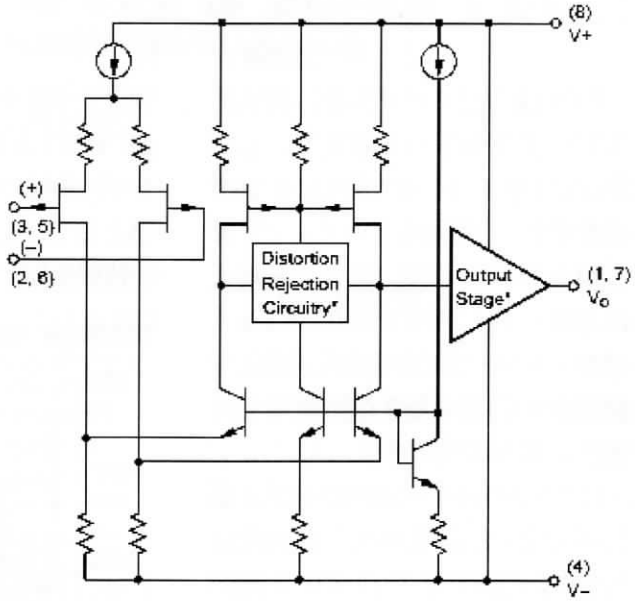
6AQ5は7ピンの小型MT管で，無理がききません．しかし6AQ5と同じプレート損失の6V6はプレート特性がほとんど同じ（**第1図，第2図**）ですが，最大プレート電圧が315V，最大SG電圧が285Vあるので無理が効きます．今回は6V6ppを設計しましょう．

オペアンプでドライブする

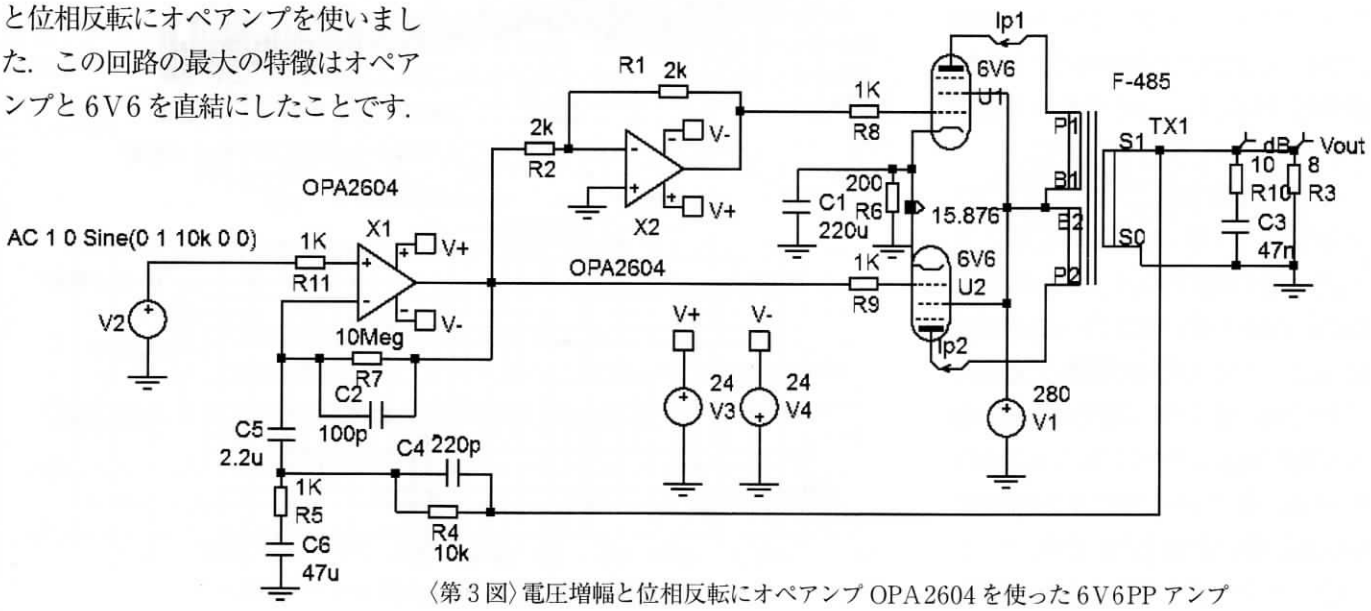
オール真空管では代わり映えがしないので，**第3図**のように電圧増幅と位相反転にオペアンプを使いました．この回路の最大の特徴はオペアンプと6V6を直結にしたことです．



〈第2図〉6V6のEb-Ib特性曲線

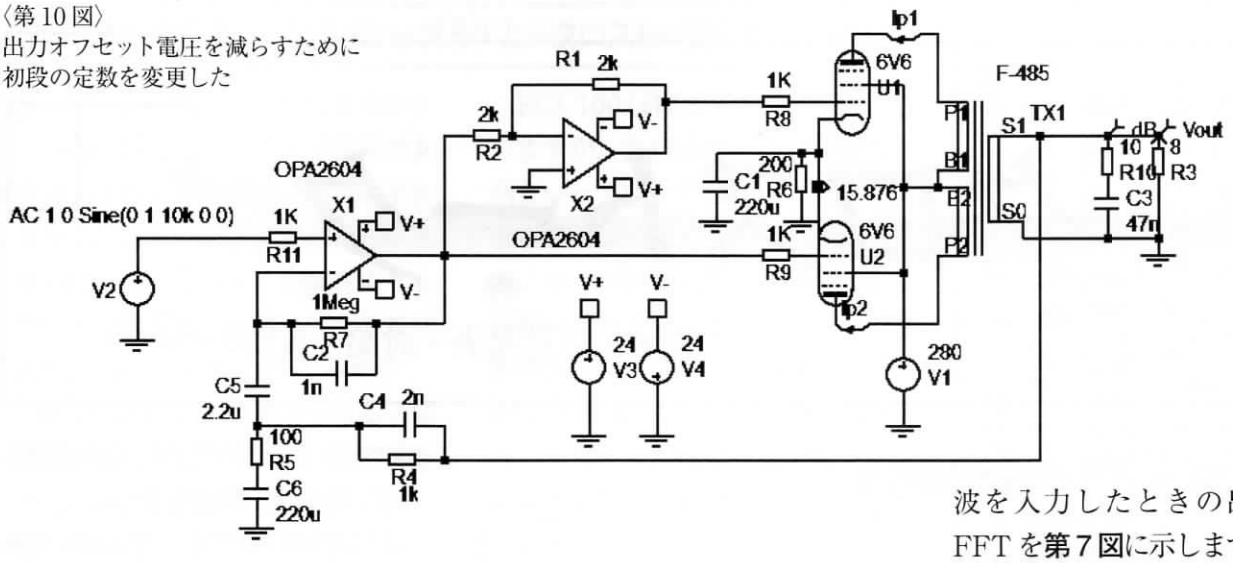


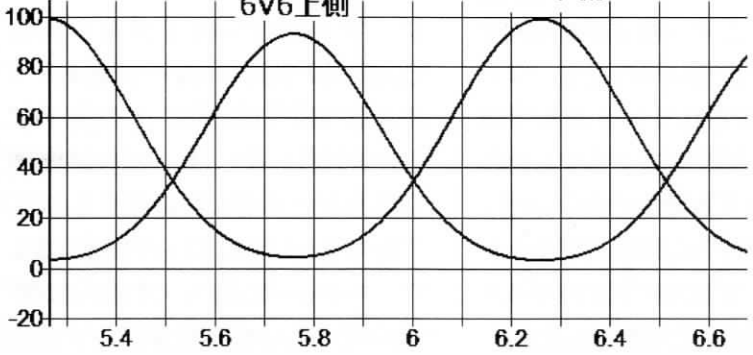
〈第4図〉
オペアンプOPA2604の簡易化内部回路



〈第3図〉電圧増幅と位相反転にオペアンプOPA2604を使った6V6PPアンプ

〈第10図〉
出力オフセット電圧を減らすために
初段の定数を変更した





〈第9図〉
1V/1kHz入力時の6V6のプレート電流波形

ダンス特性を色濃く反映しています．1kHzの帰還量は約40dBですが，10kHzでは20dBに落ちています．

クローズド・ループ・ゲインは3Hz～70kHzまで−1dB以内で，低域も高域も単調に低下しています．

微分型位相補償容量C4は重要です．これがないと発振するでしょう．

ひずみ率特性

片ピーク電圧1V/10kHzサイン波を入力したときの出力電圧のFFTを**第7図**に示します．

基本波　10kHz：10.95V
　　30kHz：38.5mV

ですから，3次ひずみ率＝0.35％です．ちなみに1kHz入力時のFFTを**第8図**に示します．

基本波　1kHz：10.97V
　　3kHz：4.02mV

ですから，3次ひずみ率＝0.037％です．

プレート損失

1kHz/1V入力時の6V6のプレート電流波形を**第9図**に示します．アイドリング電流は34mA，したがって無信号時のプレート損失PDは0.034×264＝8.98Wです．

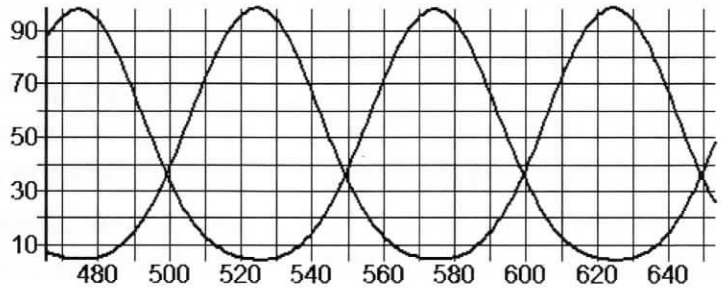
第9図ではプレート電流のピーク値がややアンバランスですが，これはOPA2604の出力電圧に0.4V程度のオフセット電圧があるためです．

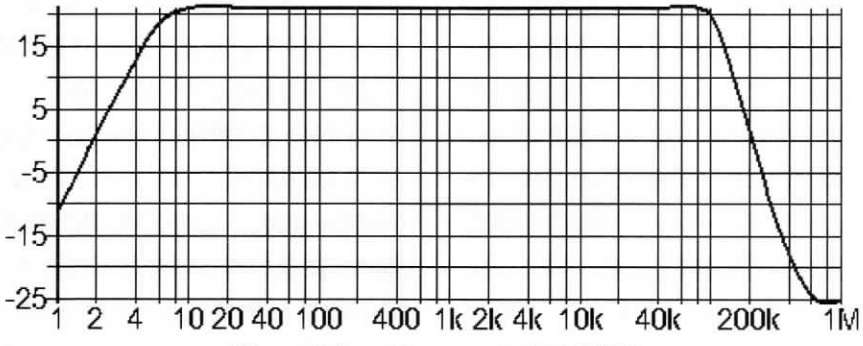
初段の定数を変更してプレート電流のアンバランスを解消

出力オフセット電圧を減らすためR7の値を10MΩから1MΩに減らし，また関連するCとRの値を**第10図**のように変更してみました．

すると，プレート電流のアンバランスは**第11図**のように解消されました．ちなみに周波数特性（**第12図**参照）はほとんど同じです．

〈第11図〉
第10図の定数変更によってIpのアンバランスは解消





〈第12図〉第10図のアンプの周波数特性